

Aus der Neurologischen Klinik der Universität München
(Direktor: Prof. Dr. A. Schrader)

NEUROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR FRAGE
DES ACCESSORISCHEN N. PERONAEUS PROFUNDUS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin an der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
MICHAEL SOYKA

München ~~1982~~
1983



Aus der Neurologischen Klinik der Universität München
(Direktor: Prof. Dr. A. Schrader)

**NEUROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR FRAGE
DES ACCESSORISCHEN N. PERONAEUS PROFUNDUS**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin an der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
MICHAEL SOYKA

München 1982

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatte: Herr Prof. Dr. A. Schrader

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 16.02.1984

Inhaltsverzeichnis

Seitenzahl

1.0	Einleitung und Fragestellung.....	2
2.0	Methodik und Material.....	6
3.0	Ergebnisse.....	10
4.0	Diskussion.....	16
4.1	Der N. peroneus profundus accessorius.....	16
4.2	Motorische Nervenleitgeschwindigkeit und distale Latenz.....	20
5.0	Zusammenfassung.....	25
6.0	Literaturverzeichnis.....	27

1.0 Einleitung und Fragestellung

Die Elektromyographie ermöglicht einerseits die extrazelluläre Ableitung von Muskelpotentialen mit Nadelelektroden, andererseits werden durch die elektrische Stimulation eines Nerven Reizantworten provoziert, die über einem von ihm innervierten Muskel abgeleitet werden können. Zusammen mit der Elektroneurographie, die die Ermittlung der Nervenleitgeschwindigkeit zum Ziel hat, dient die Elektromyographie insbesondere der

1. Unterscheidung zwischen Neuropathien und Myopathien.
2. Lokalisierung einer Nervenkompression bzw. eines Engpaßsyndroms.
3. Feststellung von Erkrankungen des peripheren motorischen Neurons, auch wenn die klinischen Symptome noch nicht eindeutig erkennbar sind.
4. Beurteilung der Überleitung in der motorischen Endplatte.
5. Unterscheidung zwischen einer organischen und psychogenen Lähmung.
6. Beurteilung der Degeneration und Regeneration eines peripheren Nerven
(modifiziert nach SCHADE (22)).

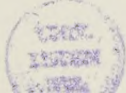
Die Elektromyographie setzt eine umfassende neurologische Untersuchung voraus. Für die praktische Handhabung besonders wichtig sind die Kenntnisse über den Nervenverlauf, über die Innervationsverhältnisse und -varianten sowie den jeweiligen Normbereich der Latenzzeiten.

Besonders klar läßt sich diese Problematik am Beispiel des Nervus peroneus verdeutlichen.

Der Nervus peroneus communis schlingt sich nach seinem Durchtritt durch die Fossa poplitea, in der er den N. cutaneus surae lateralis abgibt, um das Fibulaköpfchen herum. In der Loge der Peroneasmuskeln teilt er sich in die Nn. peroneus superficialis und profundus.

Der N. peroneus superficialis innerviert die Mm. peroneus longus et brevis und, falls vorhanden, den M. peroneus quartus. Er verläßt die Loge im unteren Drittel des Unterschenkels und endet in der Haut, wo er den medialen und mittleren Teil des Fußrückens sensibel versorgt. Der N. peroneus profundus durchläuft die Streckerloge und innerviert die Extensoren des Fußes. Er endet, nach gemeinsamen Verlauf mit der A. tibialis anterior als sensibles Ästchen im Hautgebiet zwischen der ersten und der zweiten Zehe.

Schon 1878 beschrieb RUGE (21) in seiner "Untersuchung über die Extensorengruppe am Unterschenkel der Füße der Säugetiere" eine motorische Fortsetzung des N. peroneus superficialis, die er allerdings weder beim Affen noch beim Menschen nachweisen konnte. RUGE sprach von einem "accessorischen N. peroneus profundus". BRYCE (2) fand in einer anatomischen Studie beim Menschen in 3 von 110 Fällen einen "langen Muskelast des N. musculo-cutaneus am Bein". In einer subtilen anatomischen Arbeit an 19 Menschen gelang WINCKLER (24) der Nachweis eines sensomotorischen Astes als Fortsetzung des N. peroneus superficialis, der in 7 Fällen den M. extensor digitorum brevis motorisch mitversorgte. Dagegen gelang es GASSEL (7) nicht, bei 10 untersuchten Leichen einen solchen N. peroneus profundus accessorius zu finden. LAMBERT (14) konnte 1969 in einer elektromyographischen Studie bei 50 beidseitig abgeleiteten Versuchspersonen 22 mal eine Mitinnervation des M. extensor digitorum brevis durch einen akzessorischen Ast des N. peroneus superficialis belegen. Bei 8 Personen war dieser Nerv an beiden Beinen vorhanden, bei 6 Personen einseitig. INFANTE und KENNEDY (11) fanden 1970 bei 326 untersuchten Extremitäten



61 mal einen N. peroneus profundus accessorius. Beidseitig kam der Nerv nur bei vier Personen vor. CRUTCHFIELD und GUTMANN (4) beschrieben eine familiäre Häufung dieser Nervenvariante und vermuteten eine autosomal dominante Vererbung. NEUNDÖRFER und SEIBERTH (18) entdeckten bei 52 geprüften Extremitäten 13 mal einen akzessorischen N. peroneus profundus. In 12 Fällen wurde der M. extensor digitorum brevis durch diesen akzessorischen Nerven mitinnerviert, einmal sogar allein versorgt.

LAMBERT (14) nannte es eine "logische Anomalie, daß der laterale Teil des M. extensor digitorum brevis von einem akzessorischen tiefen Ast des N. peroneus innerviert wird". Der Nerv zieht hinter dem Malleolus lateralis herum und versorgt den lateralen Teil des M. extensor digitorum brevis. Dabei ist das Innervationsschema des Nerven variabel. LAMBERT fand, daß der Nerv meist die Muskelfasern für die 4. Zehe innerviert, weit seltener gibt er Äste zur 3. oder zur 3. und 4. Zehe ab, ganz vereinzelt auch nur zur 5. In Lehrbüchern der Anatomie wird dieser akzessorische Nerv nicht erwähnt. Hinweise finden sich bei LUDIN (15) sowie MUMENTHALER und SCHLIACK (17).

Bei elektromyographischen Untersuchungen des N. peroneus wird üblicherweise von der alleinigen Innervation des M. extensor digitorum brevis durch den N. peroneus profundus ausgegangen.

In der vorliegenden Studie soll geklärt werden, inwieweit bei Fragestellungen, die eine elektromyographische Diagnostik des N. peroneus verlangen, auf einen akzessorischen Ast des N. peroneus superficialis geachtet und wie häufig mit der Existenz eines solchen akzessorischen Nerven gerechnet werden muß.

Zugleich wurde der Versuch unternommen, mittels einer Stimulierung hinter dem medialen Malleolus eine Reizantwort des *M. extensor digitorum brevis* elektromyographisch aufzuzeichnen, denn es könnte auch eine zusätzliche Innervation des Muskels über den *N. tibialis* vorliegen.

Von besonderer Bedeutung bei neurographischer Diagnostik ist die Wahl geeigneter Reizstellen. Für Untersuchungen am *N. peroneus* bieten sich Reizpunkte proximal und distal des Fibulaköpfchens sowie am Fußgelenk an. Man wählt die proximale und distale Reizstelle in der Regel möglichst weit voneinander entfernt, damit sich distanzabhängige Meßfehler nicht gravierend auswirken. So werden vorzugsweise Messungen zwischen dem *Capitulum fibulae* und dem Fußgelenk vorgenommen, während die Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit zwischen zwei enger benachbarten Punkten proximal und distal des Fibulaköpfchens seltener praktiziert wird. Die ebenfalls übliche Stimulierung des *N. peroneus communis* in der *Fossa poplitea* ist wegen der Nachbarschaft des *N. tibialis* nicht unproblematisch. Auf der Strecke zwischen dem Fußgelenk und dem *M. extensor digitorum brevis* wird die sog. distale Latenzzeit bestimmt, die sich aus der Nervenleitgeschwindigkeit in den terminalen Nervenästen und der Verzögerung durch die neuromuskuläre Überleitung zusammensetzt.

Als ein weiteres Ziel dieser Arbeit werden die Normwerte für die motorische Nervenleitgeschwindigkeit (im folgenden NLG) des *N. peroneus* überprüft. Bei Messungen über verschiedenen Abschnitten des Nerven werden die jeweiligen Latenzzeiten bestimmt und die entsprechende motorische NLG berechnet. Die verschiedenen Meßmethoden sowie ihre Bedeutung und Aussagekraft werden diskutiert.

2.0 Methodik und Material

Zur Untersuchung standen 20 gesunde Probanden im Alter von 19 bis 45 Jahren zur Verfügung, und zwar 15 Männer und 5 Frauen, die zunächst bei der Anamneseerhebung über relevante Vorerkrankungen wie z.B. Myopathien oder Traumata befragt wurden. Je ein Proband hatte eine Commotio cerebri bzw. einen Bandscheibenvorfall zervikal links durchgemacht, die für die vorliegende Studie ohne Bedeutung waren. Die elektromyographische Untersuchung erfolgte jeweils am rechten Bein. Bei den Versuchen wurde ein handelsüblicher 1-Kanal-Myograph verwendet, der die Muskelpotentiale auf einem Oszillographen sichtbar macht. Dieser Myograph hatte keine Speicherröhre. Aus Dokumentationsgründen wurden einige Versuchspersonen unter Verwendung eines Gerätes mit Speicherröhre nachuntersucht.

Die Probanden wurden aufgefordert, sich entspannt hinzulegen. Nach der Desinfizierung der Haut über dem M. extensor digitorum brevis wurde der Muskel mit einer sterilen coaxialen Nadelelektrode punktiert. Es erwies sich als nützlich, den unter Umständen recht flachen Muskel dadurch besser sichtbar zu machen, daß der Proband seinen Fuß gegen einen leichten Widerstand dorsalwärts anspannte. Der Muskel hob sich dann als gut abgrenzbarer Muskelwulst von der Umgebung ab und konnte problemlos punktiert werden, wobei die Einstichtiefe ca. 3 mm betrug. Zudem bot dieser einfache Test Gelegenheit, die aktive Innervation der Fußmuskeln zu prüfen. Eine Parese wurde in keinem Fall beobachtet. Die Punktion erfolgte unter Kontrolle am Oszillographen. Das sog. Verletzungspotential war über einen im Gerät eingebauten Lautsprecher hörbar. Weiterhin

wurde der Proband aufgefordert, eine leichte Willkürbewegung zu machen, um sicher zu gehen, daß die Nadel richtig plaziert war. Die Einstichaktivität war bei allen Probanden nachweisbar und von normaler Dauer. Im entspannten Muskel waren keine pathologischen Spontanaktivitäten nachweisbar.

Als Reizelektrode wurde eine Filzelektrode mit festem Inter-elektrodenabstand verwendet, die mit einer Elektrodenpaste beschichtet war. Der N. peroneus wurde distal und proximal des Fibulaköpfchens perkutan gereizt. Am distalen Reizpunkt mußte etwas Druck auf die Elektrode ausgeübt werden, weil der Nerv hier tiefer liegt. Der N. peroneus profundus wurde am distalen Tibiaende in Höhe der Malleolengabel stimuliert, wobei die Elektrode parallel zum Nervenverlauf aufgesetzt wurde. Der vermutete N. peroneus profundus accessorius wurde hinter dem lateralen Malleolus zu fassen gesucht, der N. tibialis wurde hinter dem medialen Malleolus stimuliert.

Die Stromimpulse zur Stimulation des N. peroneus wurden mit einer konstanten Frequenz von 1/sec gegeben. Bei jeder Reizung wurde die Stromstärke allmählich in einen supramaximalen Bereich gesteigert. Die Stromimpulse wurden von den Versuchspersonen durchweg als nicht oder nur wenig schmerzhaft empfunden. Die Einschätzung reichte von "kribblig" bis "unangenehm". Kein Proband berichtete über länger als wenige Zehntelsekunden anhaltende Reizsensationen. Die Muskelpotentiale bildeten sich zweidimensional als Auslenkung auf dem Oszillographen ab. Zur besseren Differenzierung wurde der Untersuchungsraum während der Versuche leicht abgedunkelt. Der Beginn des Potentials wurde auf dem Bildschirm mit einer verstellbaren

Marke fixiert, die über eine elektronische Datenanzeige die Reaktionszeit in msec angab. Die Kippgeschwindigkeit, mit der die Reizungen registriert wurden, betrug 1m/sec, bei den Reizungen am Fibulaköpfchen wegen der längeren Latenzen 2m/sec. Der Abstand der Reizstellen untereinander wurde mit einem Maßband bestimmt. Die Berechnung der motorischen NLG erfolgte mit der Formel:

$$\text{mot.NLG} = \frac{\overline{\overline{R_1}} \quad \overline{\overline{R_2}}}{\overline{\overline{L_1}} - \overline{\overline{L_2}}} \quad \begin{matrix} \text{(in m)} \\ \text{(in sec)} \end{matrix}$$

$R_1 \ R_2$: Abstand zwischen den verschiedenen Reizstellen

$L_1 - L_2$: Differenz der Latenzzeiten

Um zu besser vergleichbaren Ergebnissen zu gelangen, wurde die distale Latenzzeit korrigiert und umgerechnet auf einen festgesetzten Abstand zwischen distaler Reizelektrode und Ableitelektrode, der mit 7,5 cm angenommen wurde. Hierzu dient die Formel:

$$\text{Lat. korr.} = \text{Lat. gem.} - \frac{\text{RA} - \text{RA}_{\text{stand.}}}{\text{NLG}}$$

Lat. korr. = die korrigierte Latenz

Lat. gem. = tatsächlich gemessene Latenz

RA = Strecke zwischen distaler Reizelektrode und differenter Ableitelektrode

RA_{stand.} = 7,5 cm

NLG = Nervenleitgeschwindigkeit zwischen
proximaler und distaler Reizelektrode

Die Korrektur fußt auf der Annahme, daß die motorische NLG im
Abschnitt RA der Nervenleitgeschwindigkeit zwischen den Reiz-
elektroden entspricht.

3.0 Ergebnisse

Bei einer Reizung hinter dem lateralen Malleolus konnte bei 2 der untersuchten 20 Extremitäten eine elektromyographische Reaktion am M. extensor digitorum brevis abgeleitet werden. Die Potentiale bildeten sich als gut ausgebildete Auslenkungen auf dem Oszillographen ab (siehe Abb. 1). Die Reizantworten wurden mit einer Latenz von 3,7 bzw. 4,5 msec erfaßt. Bei beiden Probanden lieferte auch die Stimulation am Fibulaköpfchen eine normal ausgebildete elektromyographische Reaktion. Dieses Ergebnis spricht für eine Mitinnervation des M. extensor digitorum brevis durch einen N. peroneus profundus accessorius. Die gemessene motorische NLG war bei beiden Probanden durchschnittlich schnell, die beiden Reizantworten des N. peroneus profundus accessorius waren nur minimal schneller als die distale Latenzzeit.

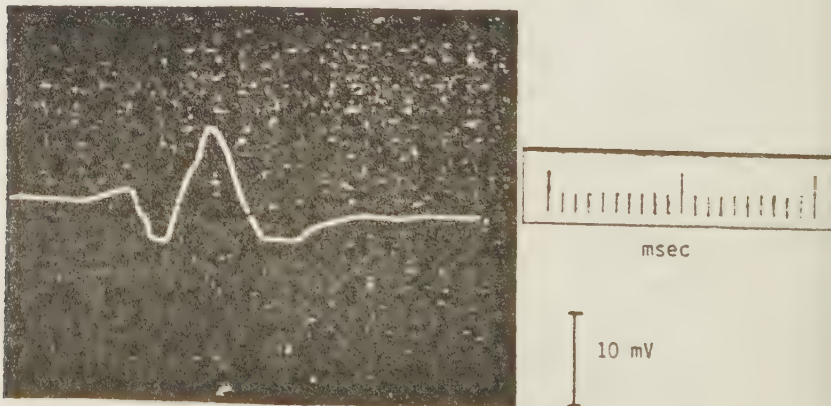
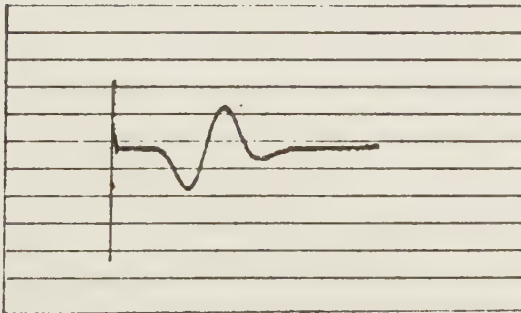


Abb. 1 : Reizantwort des M. extensor digitorum brevis bei Stimulierung des N. peroneus profundus accessorius (Erläuterung s. Text)

Eine Stimulation hinter dem medialen Malleolus rief bei vier Versuchspersonen eine Reizantwort hervor, die für eine Mitinnervation des M. extensor digitorum brevis durch den N. tibialis sprach. Die Potentiale wurden auf dem Oszillographen mit einer Latenz von 3,6, 3,7, 5,3 und 5,9 m/sec gemessen. Auch hier rief eine Stimulation des N. peroneus communis eine normale Reaktion des M. extensor digitorum brevis hervor. Die Form der Auslenkungen ist in Abbildung 2 dargestellt.



(Maßstab siehe Abb. 1)

Abb. 2 : Reizantwort des M. extensor digitorum brevis bei Stimulierung am medialen Malleolus.

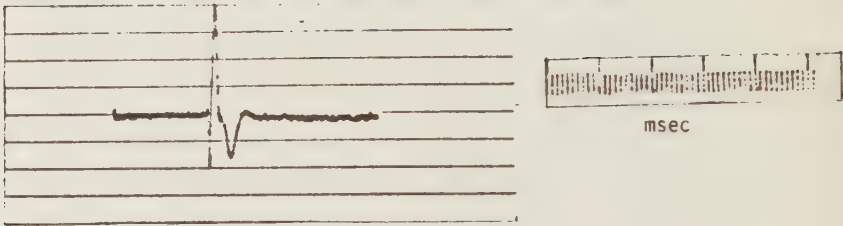


Abb. 3 : Reizantwort des M. extensor digitorum brevis bei Stimulierung am Capitulum fibulae.

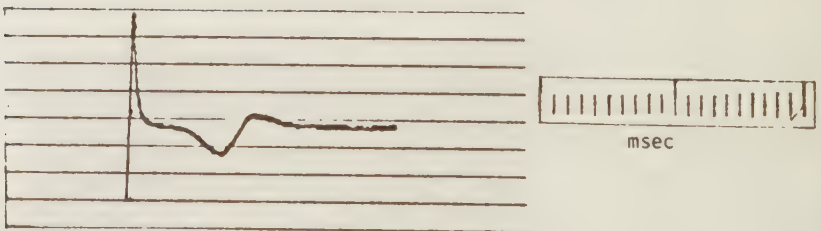


Abb. 4 : Reizantwort des M. extensor digitorum berris bei Stimulierung am oberen Sprunggelenk.

Bei den elektroneurographischen Messungen wurde die motorische NLG auf drei verschiedenen Distanzen gemessen:

1. zwischen dem distalen Rand des Fibulaköpfchens und dem Fußgelenk (Geschwindigkeit n_1)
2. zwischen dem proximalen Rand des Fibulaköpfchens und dem Fußgelenk (Geschwindigkeit n_2)
3. zwischen zwei Punkten proximal und distal des Fibulaköpfchens.

Bei den Untersuchungen über die erstgenannte Strecke ergab sich eine durchschnittliche motorische NLG von 51,1 m/sec. Die Meßwerte bewegten sich zwischen 46,0 m/sec und 58,3 m/sec, hatten also eine Bandbreite von 12,3 m/sec. Fast identische Resultate lieferten die Untersuchungen über die zweitgenannte Distanz.

Das arithmetische Mittel betrug hier 51,9 m/sec und die gemessenen motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten lagen zwischen 46,6 und 59,3 m/sec. Die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten gemessenen Wert betrug 12,7 m/sec.

Dagegen lieferte die Untersuchung über die drittgenannte Strecke etwas andere Ergebnisse. Hier lag die niedrigste gemessene motorische NLG bei 50,0 m/sec, die höchste bei 69,0 m/sec, der ermittelte Durchschnittswert betrug 57,22 m/sec. Auch die Bandbreite der Meßwerte lag mit 19 m/sec höher als bei der ersten und zweiten Methode

Die (korrigierte) distale Latenzzeit betrug durchschnittlich 4,4 m/sec. Die kürzeste gemessene Latenzzeit lag bei 3,8 m/sec.

Über die Meßergebnisse informiert im einzelnen Tab. 2. Die über die verschiedenen Distanzen ermittelten motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten sind in Abb.3 vergleichend gegenübergestellt.

N	A	B	C	n_1 (m/s)	n_2 (m/s)	n_3 (m/s)
1	/	/	5,0	56,0	59,1	57,1
2	/	/	4,0	57,0	58,5	60,0
3	/	/	4,0	58,3	59,3	60,0
4	/	/	4,7	51,8	52,3	58,3
5	/	/	3,8	48,9	49,1	50,0
6	3,7	/	3,9	55,7	56,1	60,0
7	/	/	3,9	47,1	47,3	50,0
8	/	/	4,9	48,3	48,5	50,0
9	/	/	5,3	49,2	50,0	58,3
10	/	/	4,2	51,9	52,6	60,0
11	/	/	4,2	49,0	49,0	50,0
12	/	/	4,7	56,1	55,6	60,0
13	/	/	4,1	47,6	47,8	50,0
14	4,5	/	4,6	49,4	50,8	60,0
15	/	/	4,4	50,0	50,7	60,0
16	/	/	4,8	49,1	50,0	58,3
17	/	5,9	4,4	54,0	55,7	69,0
18	/	3,6	5,0	51,0	51,9	61,1
19	/	3,7	4,0	47,0	48,3	58,3
20	/	5,3	3,8	46,0	46,6	54,0

Tab. 1 : Meßergebnisse der Latenzzeitbestimmungen
(Erläuterungen s. Text)

A = N. peroneus profundus accessorius (Latenzzeit in msec)

B = N. tibialis (Latenzzeit in msec)

C = Distale Latenzzeit in msec

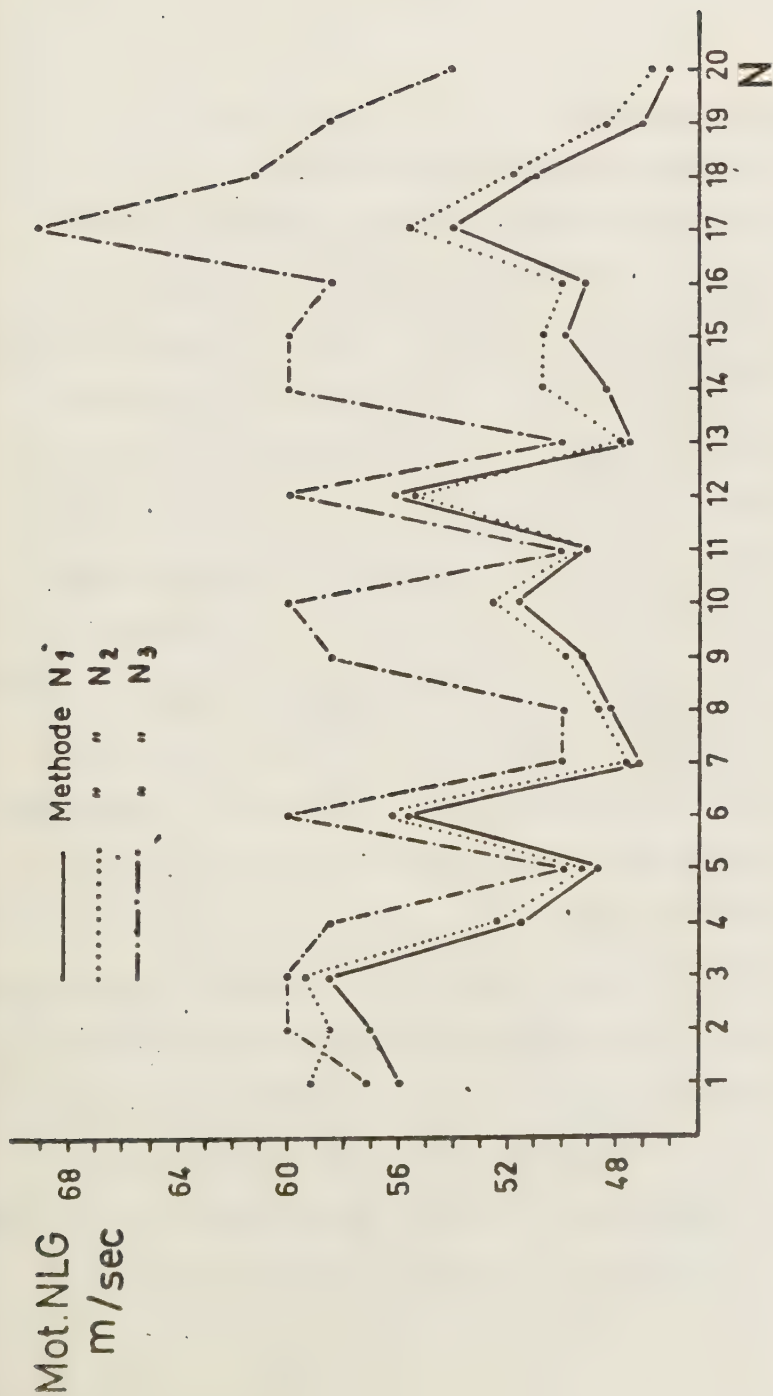


Abb. 5 : Verschiedene Methoden zur Bestimmung der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit des Nervus peroneus (Erläuterungen siehe Text)

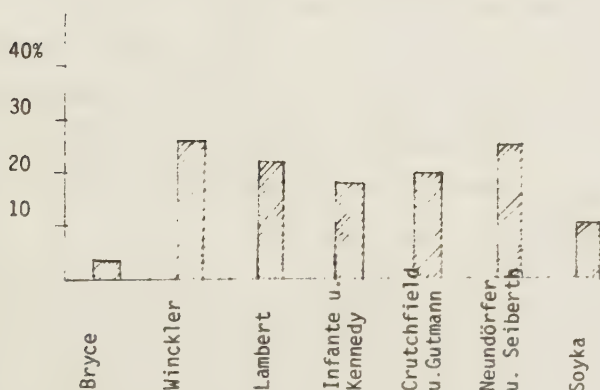
4.0 Diskussion

4.1. Der N. peronaeus profundus accessorius

Bei zwei der untersuchten 20 Probanden konnte durch eine Reizung hinter dem lateralen Malleolus eine Reizantwort vom M. extensor digitorum brevis aufgezeichnet werden. Dies deutet auf eine Mit-innervation des Muskels durch einen N. peronaeus profundus accessorius als motorischen Ast des N. peronaeus superficialis hin. Daß bei diesem Versuchsaufbau neben dem postulierten N. peronaeus profundus accessorius andere Innervationsvarianten des M. extensor digitorum brevis in Frage kommen, hat bereits LAMBERT (14) ausgeschlossen. So weist er darauf hin, daß der Muskel vom N. peronaeus communis über den N. cutaneus suralis lateralis und dessen Anastomose zum N. peronaeus versorgt werden könnte, die sich mit dem N. cutaneus suralis medialis zum N. suralis zusammenschließt. Eine Verbindung zwischen dem N. suralis und dem motorischen Ast des N. peronaeus profundus wird vereinzelt erwähnt, so bei TOLDT (23). Entsprechende Hinweise fehlen im deutschsprachigen Schrifttum völlig. Immerhin beschreibt HARMAN (9) einen Fall, bei dem der N. suralis den M. extensor digitorum brevis versorgte. LAMBERT konnte derartige Varianten bei seinen Studien nicht entdecken, auch andere Autoren berichten hierüber nichts. Um solche Anomalien auszuschließen, injizierte LAMBERT zwei Personen mit einem akzessorischen N. peronaeus profundus accessorius 0,5 ml Lidocain (2%) hinter dem lateralen Malleolus in die Nachbarschaft des Nerven, wodurch dieser selektiv blockiert wurde. Die elektromyographischen Ableitungen bewiesen, daß der M. extensor digitorum brevis ausschließlich durch den N. peronaeus profundus und den

N. peroneus profundus accessorius innerviert wurde; die Reizantwort des Muskels fiel nach der Blockade des Nerven entsprechend schwächer aus. Der N. suralis hatte keinen Einfluß auf die Innervation des Muskels.

Mit elektromyographischen Methoden sind nur Nerven einer bestimmten Mindestgröße faßbar. Dieser Umstand ist beim Vergleich der Zahlenangaben anderer Autoren (vgl. Tab. 2) zu berücksichtigen. So beschrieb BRYCE (2) bei seinen anatomischen Studien akzessorische Nervenäste, die nur 20 bis 25 Axone umfaßten. Derart feine Ästchen entziehen sich dem elektromyographischen Nachweis. Die in der vorliegenden Untersuchung gefundene Relation von 2 zu 20 liegt deutlich über den von BRYCE (2) ermittelten Werten, jedoch unter den Zahlenangaben anderer Autoren wie WINCKLER (24), LAMBERT (14), INFANTE und KENNEDY (11), CRUTCHFIELD und GUTMANN (4), NEUNDÖRFER und SEIBERTH (18). Wie oben erwähnt, konnte GASSEL (7) überhaupt keine Spur dieses akzessorischen Nerven entdecken.



Tab. 2 : Zahlenangaben über die Häufigkeit des N. peroneus profundus accessorius

Aus phylogenetischer Sicht erscheint der Verlauf des N. peroneus profundus accessorius logisch. So behauptet RUGE (21), der M. extensor digitorum brevis sei bei den Säugetieren zunächst an der Fibula entsprungen und erst beim Affen sowie beim Menschen zum Fußmuskel geworden, habe also ursprünglich zur Peroneusgruppe gehört und sei vom N. peroneus superficialis innerviert worden. RIBBING (20) widerspricht dieser These und meint, der Muskel sei a priori am Fußbrücken angelegt gewesen.

1970 wies GUTMAN (8) auf die klinische Bedeutung des N. peroneus profundus accessorius hin und beschrieb zwei Fälle, bei denen der nicht in Betracht gezogene Nerv diagnostische Schwierigkeiten bereitet hatte:

Bei einer 19 Jahre alten Patientin entwickelte sich aus einer seit drei Jahren bestehenden Steppergang-Symptomatik des linken Fußes, die zunächst nicht progredient gewesen war, ein kompletter Ausfall der FußExtensoren mit einer Atrophie des M. tibialis anterior und des M. extensor hallucis longus. Lediglich die vierte und fünfte Zehe konnte noch leicht dorsalflektiert werden. Ein Osteochondrom hatte den N. peroneus profundus in Mitleidenschaft gezogen. Die erhaltenen Funktionen des M. extensor digitorum brevis waren auf eine Mitinnervation durch einen akzessorischen N. peroneus profundus accessorius zurückzuführen.

In einem anderen Fall stellte sich bei einem 59 Jahre alten Patienten, der seit vielen Jahren an sporadisch auftretenden Schmerzattacken mit Schwellungen im Bereich des distalen Tibiadrittels litt, während eines dieser sonst spontan remittierenden Zustände eine Extensionschwäche des rechten Fußes ein, die in eine komplette Paralyse der

Mm. tibialis anterior und extensor hallucis longus mündete. Eine Ganglionzyste, die unterhalb des Fibulaköpfchens den Nerven komprimiert hatte, wurde entfernt. Auch hier waren die erhaltenen motorischen Funktionen des M. extensor digitorum brevis auf einen N. peroneus profundus accessorius zurückzuführen.

Der Nerv kann also diagnostische Schwierigkeiten bereiten: Bei den elektromyographischen Ableitungen der oben geschilderten Fälle täuschte eine Reizantwort des M. extensor digitorum brevis einen nicht vollständigen Ausfall des N. peroneus profundus vor.

Im ersten Fall führte dieser Umstand zu einer falschen Diagnose. Selbst bei einem kompletten Ausfall des M. tibialis anterior und der anderen Strecker suggeriert eine teilweise positive Reizantwort des M. extensor digitorum brevis noch vorhandene Reizfunktionen des tiefen Peroneusastes. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch ein von NEUNDÖRFER und SEIBERTH (18) beschriebener Fall, bei dem der Muskel ausschließlich von einem N. peroneus profundus accessorius versorgt wurde.

Andererseits können Läsionen des N. peroneus profundus accessorius zu einer Parese des M. extensor digitorum brevis führen, die elektromyographisch faßbar wird und nun fälschlich dem tiefen Peroneusast zugeschrieben wird.

Vor allem bei Operationen ist an diese Nervenvariante zu denken. Die nicht seltenen Streckerparesen aufgrund von Peroneausschäden unterstreichen die Bedeutung einer elektromyographischen Verlaufskontrolle. Als Beispiel seien die Nerventransplantationen genannt, auf die schon KUHLENDahl et al. (13) und BUSHE et al. (1) hingewiesen haben. Die Kenntnis der Innervationsverhältnisse ist hier entscheidend.

Auf die topographische Nähe des N. peronaeus profundus accessorius zum N. suralis wurde schon hingewiesen. Bei einer Biopsie des N. suralis ist an einen benachbarten akzessorischen Nerven zu denken, und der Patient muß auf eine mögliche Parese des M. extensor digitorum brevis hingewiesen werden.

Die Verletzungsmöglichkeiten des N. peronaeus profundus accessorius sind relativ gering. Komplizierte Brüche im Bereich des Malleolus lateralis können den Nerven schädigen, ein kompletter Ausfall des Nerven zieht eine mehr oder weniger große Funktionseinbuße des M. extensor digitorum brevis nach sich. Auch systemische Erkrankungen wie Angiopathien und Polyneuropathien können zu einer Schädigung des Nerven führen.

Bei vier der untersuchten 20 Extremitäten konnten mit einer Stimulation hinter dem medialen Malleolus Aktionspotentiale über dem M. extensor digitorum brevis beobachtet werden. Diese Reizantworten sprechen für eine Mitinnervation des Muskels durch den N. tibialis. Die Potentiale ließen sich auf dem Oszillographen gut abgrenzen. Bei der Wertung dieses Ergebnisses muß, wie immer bei der Elektromyographie, eine Volumenleitung diskutiert werden. Die mögliche Mitinnervation des Muskels durch den N. tibialis ist jedenfalls bei elektromyographischen Untersuchungen zu beachten.

4.2 Motorische Nervenleitgeschwindigkeit und distale Latenzzeit

Die Literaturangaben über die motorische NLG sind nicht einheitlich. POECK (19) konstatiert, die maximale motorische NLG an den großen Nerven der Beine betrage 50 m/sec. DELANK (5) gibt die motorische NLG der großen Beinerven nur mit 40 m/sec an. KAESER (12) errechnet

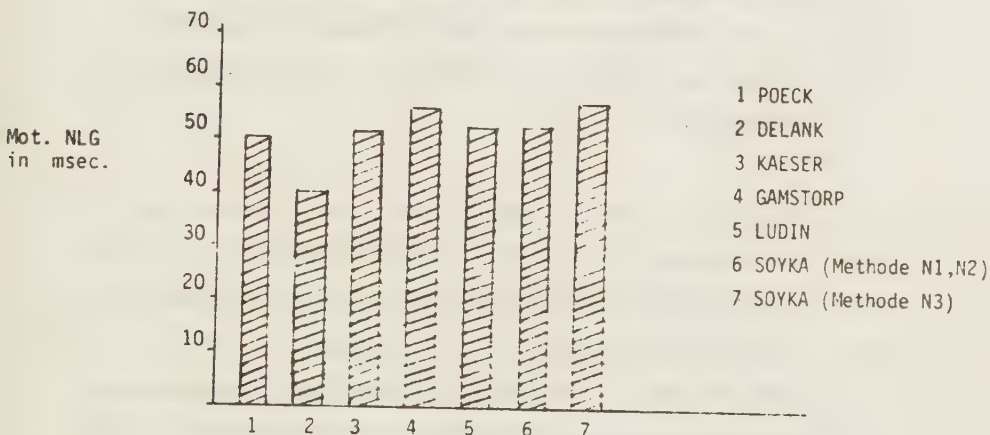
die motorische NLG des N. peroneus mit 51 (45-57) m/sec.

Nach GAMSTORP (6) liegt die motorische NLG bei 56 (47-63) m/sec.

LUDIN (15) nennt eine motorische NLG des N. peroneus von 52 m/sec,

die im Laufe des Lebens etwas abnehme. Bei Kindern liegt die

motorische NLG erheblich niedriger als bei Erwachsenen.



Auch die Angaben über die Streubreite der Meßwerte gehen auseinander.

SCHADE (22) gibt die Abweichung mit 2-6 m/sec an, CORBAT (3) nennt

eine Abweichung von 6%, was auf den N. peroneus bezogen 3 m/sec

entspricht. HOPF (10) rechnet bei einer angenommenen Strecke von

30 cm und einer motorischen NLG von 50 m/sec mit einem Fehler von

$\pm 2,5$ m/sec. Die höheren Abweichungen bei KAESER (12) und

GAMSTORP (6) wurden oben erwähnt. LUDIN (15) gibt für den

N. peroneus eine Streubreite von bis zu 10 m/sec an.

Als häufigste Fehlerquellen bei elektromyographischen Untersuchungen

nennen MAYNARD und STOLOY (16) eine unzureichende Reizstärke,

Instabilitäten der Zeitablenkung des Systems, Temperaturabweichungen,

Schwierigkeiten bei der Bestimmung des Referenzpunktes am Potential und Irrtumsmöglichkeiten bei der Distanzbestimmung, die von der Extremitätenlage, einem atypischen Verlauf des Nerven, Verschiebungen der Haut durch den Andruck der Reizelektroden und Ablesefehlern herrühren. Den Hauptanteil am Gesamtfehler stellen ihrer Meinung nach Ungenauigkeiten bei der Latenzbestimmung dar.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie liegen im Rahmen der Literaturangaben: Mit einer durchschnittlichen motorischen Nervenleitgeschwindigkeit von etwa 51 m/sec, ermittelt zwischen Fibulaköpfchen und Fußgelenk und einer Abweichung von 6 m/sec nach beiden Seiten finden sich ähnliche Werte wie bei den zitierten Autoren. Bei der Festlegung der Normgrenzen für die motorische Nervenleitgeschwindigkeit muß man großzügig verfahren und von einer nicht unbeträchtlichen Spannweite der Werte ausgehen. Weiterhin muß bei der Diagnose einer herabgesetzten motorischen Nervenleitgeschwindigkeit der Altersfaktor in Rechnung gestellt und auf den neurologischen Gesamtbefund geachtet werden. Grundsätzlich empfiehlt sich ein Seitenvergleich beider Extremitäten. Nur bei einer Verlangsamung der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit von 10 m/sec und mehr im Seitenvergleich oder lokal ist es begründet, von einer pathologisch zu wertenden Herabsetzung der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit zu sprechen. Zur Absicherung ist eine mehrmalige Bestimmung der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit zweckmäßig. Etwas andere Ergebnisse liefert die Messung der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit zwischen Punkten proximal und distal vom Fibulaköpfchen mit insgesamt stärker differierenden Werten und

einer höheren Spannbreite der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit. Diese Besonderheit erklärt sich aus der viel geringeren Entfernung der Meßpunkte und den daraus resultierenden größeren Abweichungen bei ungenauer Distanzmessung. Der mit ca. 5 cm relativ geringe Abstand der Meßpunkte läßt die Methode für Routineuntersuchungen als nicht geeignet erscheinen. Die Bestimmung der motorischen NLG zwischen Fibulaköpfchen und Fußgelenk liefert zweifellos zuverlässigere Ergebnisse.

Dennoch hat eine Messung der motorischen NLG zwischen dem proximalen und distalen Rand des Fibulaköpfchens ihre Berechtigung, liefert sie doch wertvolle Informationen über eine lokale Herabsetzung der motorischen NLG. Bekanntlich sind Läsionen des N. peroneus in diesem Bereich häufig, denn die enge Nachbarschaft des Nerven zum Fibulaköpfchen birgt Gefahren. So können Frakturen am Capitulum fibulae eine akute Druckschädigung des N. peroneus nach sich ziehen; die fehlerhafte Lagerung Bewußtloser und das crossed-legs-syndrome. Zudem lassen sich Fehler in der Distanzbestimmung durch den Einsatz von Nadelelektroden anstelle von Oberflächenelektroden bei der Reizung vermeiden. Die insgesamt befriedigenden Ergebnisse, die mit dieser Meßtechnik erzielt wurden, lassen sie als Methode zweiter Wahl geeignet erscheinen. Die distale Latenzzeit wurde mit einem Mittel von 4,4 m/sec bestimmt. Die Werte bewegen sich zwischen 3,8 und 5,3 m/sec und entsprechen damit den Angaben in der Literatur. Auch hier gilt, daß man erst bei einer eindeutig verlängerten distalen Latenz auf einen Prozeß im Fußbereich schließen sollte.

Die Anfälligkeit der elektromyographischen Untersuchungstechnik und die Streubreite der Meßwerte schließt eine isolierte Diagnostik, die sich allein auf diese Methode stützt, aus. Sie sollte stets nur im Zusammenhang mit anderen klinischen Parametern angewandt und interpretiert werden.

5.0 Zusammenfassung

Die Interpretation neurographischer Befunde setzt voraus, daß anatomische Normvarianten bekannt sind, die die Aussage möglicherweise verfälschen könnten, und daß der Normbereich der ermittelten Nervenleitgeschwindigkeit (NLG) feststeht.

Bei Untersuchungen am N. peroneus kommt als eine Normvariante der N. peroneus profundus accessorius in Frage, der aus dem N. peroneus superficialis hervorgeht und den normalerweise nur über den N. peroneus profundus versorgten M. extensor digitorum brevis innerviert oder mitinnerviert.

Ein Ziel der vorliegenden Studie war es, Hinweise auf die Existenz und Häufigkeit eines solchen N. peroneus profundus accessorius zu gewinnen. Bei Untersuchungen an 20 gesunden Probanden fand sich mit einer elektrischen Stimulation hinter dem lateralen Malleolus zweimal eine für den N. peroneus profundus accessorius typische elektromyographische Reaktion. Daraus ist zu schließen, daß diese Normvariante durchaus klinische Relevanz hat und bei der Interpretation neurophysiologischer Untersuchungsbefunde berücksichtigt werden muß.

Eine zweite Zielsetzung der Studie betraf die Überprüfung der Normwerte für die motorische NLG und die distale Latenzzeit des N. peroneus. Die motorische NLG wurde auf drei verschiedenen Distanzen gemessen. Auf der Strecke zwischen dem distalen Rand des Fibulaköpfchens und dem Fußgelenk sowie auf der Strecke zwischen dem proximalen Rand des Fibulaköpfchens und dem Fußgelenk wurden nahezu identische Werte ermittelt. Im ersten Fall betrug die motorische NLG im Mittel 51,1 m/sec bei einer Bandbreite von 12,3 m/sec,

und im zweiten Fall wurde eine durchschnittliche motorische NLG von 51,9 m/sec ermittelt bei einer Bandbreite von 12,7 m/sec. Die Messung der motorischen NLG zwischen den relativ eng benachbarten Punkten proximal und distal des Fibulaköpfchens ergab eine durchschnittliche motorische NLG von 57,2 m/sec bei einer Bandbreite von 19,0 m/sec, lieferte also vergleichsweise ein weniger genaues Resultat. Die distale Latenz betrug durchschnittlich 4,4 m/sec bei einer Bandbreite von 1,5 m/sec. Damit decken sich die Ergebnisse bezüglich der motorischen NLG und der distalen Latenzzeit des N. peroneus weitgehend mit den Angaben anderer Autoren. Die allgemein nicht routinemäßig durchgeführte Messung der motorischen NLG zwischen dem distalen und dem proximalen Rand des Capitulum fibulae bietet sich aufgrund einer relativ größeren Ungenauigkeit der Meßergebnisse nur bei speziellen Fragestellungen und klinischen Bedingungen an.

6.0 Literaturverzeichnis

1. BUSHE, K.A. et al.: Nachuntersuchungen mit homologen Transplantaten überbrückter peripherer Nervenverletzungen. J.Neurol. 206, 129-148 (1974)
2. BRYCE, T.H.: Deep accessory peroneal nerve. Proceedings of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland. J.Anat.(Lond.) 23, 69 (1900)
3. CORBAT, F.: Über Messungen der Leitgeschwindigkeit am peripheren Nerven und deren Verwertung in der Klinik. Dtsch.Z.Nervenheilk. 182, 652 (1961)
4. CRUTCHFIELD, C.A., GUTMANN, L.: Hereditary aspects of accessory deep peroneal nerve. J.Neurol.Neurosurg.Psychiat. 33, 453-456 (1970)
5. DELANK, H.-W.: Neurologie. 41, Stuttgart: Enke 1978
6. GAMSTORP, I.: Normal conduction velocity of ulnar, median and peroneal nerves in infancy, childhood and adolescence. Acta paediat. scand. Suppl. 146, 68 (1963)
7. GASSEL, M.M.: Sources of error in motor nerve conduction studies. Neurology (Minneapolis) 14, 825 (1964)
8. GUTMAN, L.: Atypical deep peroneal neuropathy in presence of accessory deep peroneal nerve. J.Neurol.Neurosurg.Psychiat. 33, 453-456 (1970)
9. HARMAN, N.B.: Anomalous nerve supply to the leg. (Exhibit.) Proceedings of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland. J.Anat.(Lond.) 33, 22 (1899)
10. HOPF, H.C.: Impulsleitung im peripheren Nerven, 110 In: HOPF, H.C. und A.STRÜPPLER (Hrsg.): Elektromyographie Stuttgart: Thieme 1974
11. INFANTE, E., W.R.KENNEDY: Anomalous branch of the peroneal nerve detected by electromyography. Arch.Neurol. 22, 162-165 (1970)
12. KAESER, H.E.: Elektroneurographie oder Messung der Leitgeschwindigkeit peripherer Nerven. Nervenarzt 43, 445-450 (1972)
13. KUHLENDAHL, H. et al.: Kommissionsbericht Deutsche Gesellschaft Neurochirurgie zum Thema: Behandlung peripherer Nervenverletzungen mit homologen Transplantaten. J.Neurol. 202, 251-256 (1972)

14. LAMBERT, E.H.: The accessory deep peroneal nerve. A common variation in innervation of extensor digitorum brevis
Neurology (Minneapolis) 19, 1169 (1969)
15. LUDIN, H.-P.: Praktische Elektromyographie, 2. Auflage, S. 159-160
Stuttgart: Enke 1981
16. MAYNARD, F.M., W.C. STOLOV: Experimental error in determination of nerve conduction velocity.
Arch. phys. Med. 53, 185 (1972)
17. MUMENTHALER, M., H. SCHLIACK: Läsionen peripherer Nerven, 3. Aufl.
Stuttgart: Thieme 1977
18. NEUNDÖRFER, B., R. SEIBERTH: The accessory deep peroneal nerve.
J. Neurol. 209, 125-129 (1975)
19. POECK, K.: Neurologie, 4. Aufl., 30
Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1977
20. RIBBING, L.: Die Unterschenkel- und Fußmuskulatur der Tetrapoden und ihr Verhalten zu der entsprechenden Arm- und Handmuskulatur.
Lunds Univ. Arsskrift, N.F., Afd. 2, V, Nr. 5, 158
21. RUGE, G.: Untersuchungen über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Füße der Säugetiere.
Gegenbaurs Morph. Jb. 4, 592 (1878)
22. SCHADE, J.P.: Einführung in die Neurologie. Grundlagen und Klinik, 101
Stuttgart: Fischer 1980
23. TOLDT, C.: An Atlas of Human Anatomy for Students and Physicians. (Adapted to English and American and International Terminology by M.E. PAUL)
Vol. 2, Ed. 2, 845
New York: MacMillan Publ. Co. 1928
24. WÄNCKLER, G.: Le nerf péronier accessoire profond: Etude d'anatomie comparée.
Arch. Anat. (Strasbourg) 18, 181 (1934)

Laudatio

An dieser Stelle möchte ich mich besonders bedanken bei

Herrn Professor Dr. A. Schrader und

Herrn Oberarzt Dr. A. Ross

für die Stellung des Themas und die Betreuung und
freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit,

sowie allen meinen Freunden und Bekannten, die sich als
Testpersonen zur Verfügung gestellt haben.

Lebenslauf

von Michael SOYKA, geboren am 30.06.1959 in Berlin als Sohn
des Arztes Dr. Dieter Soyka und seiner Ehefrau Eva, geb. Blankenburg

Schulbesuch: 1965 - 1969 Volksschule in Fürth-Dambach
1969 - 1973 Hardenberg-Gymnasium in Fürth
1973 - 1977 Max-Planck-Gymnasium in Kiel
1977 Abitur

Studium: 1977 - 1979 bis zum Physikum im SS 1979 an der
Universität Kiel
1979 - 1980 bis zum 1. Teil des Staatsexamens an der
Universität Würzburg
1980 - 1983 Studium an der Universität München
2. Teil des Staatsexamens im SS 1982
3. Teil des Staatsexamens im Oktober 1983
Approbation erhalten am 28.10.1983

